

**REAKCJA GORCZYCY BIAŁEJ UPRAWIANEJ NA NASIONA
NA WŁĄCZENIE BIOSTYMULATORA ASAHI SL
DO TECHNOLOGII UPRAWY
CZ. I. CECHY MORFOLOGICZNE ROŚLIN PRZED ZBIOREM
I PLON NASION**

MAGDALENA SERAFIN-ANDRZEJEWSKA¹, MARCIN KOZAK

*Institut Agroekologii i Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
pl. Grunwaldzki 24 A, 50-363 Wrocław*

Synopsis. Celem badań przeprowadzonych w latach 2007–2009 na polach doświadczalnych Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu było sprawdzenie zmienności cech morfologicznych i plonowania trzech odmian gorczycy białej (Nakielska, Metex, Radena), pod wpływem zastosowania preparatu Asahi SL w różnych fazach rozwojowych roślin (kontrola – bez aplikacji, listnienie, pąkowanie, listnienie i pąkowanie). Zielonkowa odmiana Radena charakteryzowała się istotnie najwyższymi roślinami przed zbiorem, natomiast Radena i Nakielska wyżej osadzały pierwsze rozgałęzienie w stosunku do odmiany Metex. Odmiana Metex tworzyła najwięcej rozgałęzień I rzędu i łuszczyń. Ponadto odmiany Metex i Nakielska wykształciły nasiona o istotnie większej masie z 1 łuszczyzny, niż Radena. Dwukrotne zastosowanie biostymulatora Asahi SL skutkowało u odmiany Nakielska najwyższym plonowaniem. Zwyczajka plonu wynosiła 7,6% w porównaniu do kontroli. W uprawie gorczycy białej w warunkach Dolnego Śląska, dla uzyskania wysokiego plonu nasion, stwierdzono celowość aplikacji biostymulatora Asahi SL w fazie listnienia oraz pąkowania.

Słowa kluczowe: gorczyca biała, Asahi SL, biostimulant, yield, cechy morfologiczne roślin

WSTĘP

W ostatnich latach można zaobserwować stałe nasilanie się niekorzystnych zjawisk pogodowych (przymrozków, uszkodzeń gradowych, suszy, ulewnych deszczy), zagrożeń środowiskowych, a także wpływu czynników antropogenicznych na rozwój roślin podczas okresu wegetacyjnego. Skłania to producentów rolnych do poszukiwania nowych rozwiązań ułatwiających roślinom regenerację po wystąpieniu czynników stresowych (niekiedy także przeciwdziałanie uszkodzeniom przez te czynniki powodowanym), a także polepszających ilość i jakość uzyskanych plonów [Gawrońska i Przybysz 2011]. Do tego typu preparatów należą biostymulatory, które coraz częściej stają się standardowymi elementami technologii produkcji wielu gatunków upraw polowych [Kozak 2009, Kozak i in. 2016, Słowiński 2008]. Ekonomicznym wyznacznikiem celowości aplikacji biostymulatorów dla rolników – producentów, w uprawie rzepaku oraz innych gatunków roślin, jest zwyczajka udziału nasion w stosunku do puli całkowitego plonu zebranego w ramach tradycyjnej technologii uprawy pozbawionej działania tej grupy preparatów. Stosowanie Asahi SL, w zróżnicowanych warunkach agroklimatycznych naszego kraju, dowiodło jego korzystnego wpływu na zwiększenie plonu nasion zarówno u formy ozimej jak

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* magdalena.serafin-andrzejewska@upwr.edu.pl

i jarej rzepaku [Budzyński i in. 2008, Cieśliski i in. 2008, Malarz i in. 2008, Słowiński 2004, Słowiński i Jarosz 2008]. Zbieżne rezultaty z wynikami polskimi uzyskał Babuška [2004], który przeprowadzał doświadczenia z preparatem Atonik (czeski odpowiednik Asahi SL) w warunkach siedliskowo-klimatycznych Republiki Czeskiej. Wśród rolników systematycznie wzrasta zainteresowanie możliwością stosowania biostymulatorów nie tylko w agrotechnice rzepaku ozimego i jarego, ale także w uprawie gorczycy białej i rzodkwi oleistej. Powiązane jest to z coraz szerszym wykorzystaniem kwalifikowanego materiału siewnego obydwu gatunków do siewów międzyplonowych w ramach realizowanych programów rolno-środowiskowych. Dlatego też istotne jest utrzymanie plantacji nasiennych tych gatunków w dobrej kondycji i uzyskiwanie wysokich plonów nasion o dobrej jakości.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2007–2009 na polach doświadczalnych Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (Pawłowice – 51°10' N, 17°06' E) przeprowadzono badania, mające na celu ocenę zmienności cech morfologicznych i plonowania gorczycy białej jako reakcji na różne terminy aplikacji biostymulatora Asahi SL. Doświadczenie polowe zostało założone metodą „split-plot” na dwa czynniki zmienne, którymi w kolejności były: 1 – odmiany gorczycy białej (Nakielska, Metex, Radena), 2 – terminy aplikacji biostymulatora Asahi SL – dawka 0,6 dm³·ha⁻¹ (kontrola, faza listnienia BBCH 15, faza pąkowania BBCH 55, faza listnienia i faza pąkowania). W kluczu do określania faz rozwojowych roślin uprawnych nie została uwzględniona gorczyca biała. Można jednak wyróżnić w rozwoju gorczycy fazy zbieżne z rozwojem rzepaku jarego [Jajor i Mrówczyński 2013]. Doświadczenie polowe założono w czterech powtórzeniach. Liczba kombinacji badawczych wynosiła 12, natomiast powierzchnia pojedynczego poletka do zbioru była równa 15 m² (10 m x 1,5 m). Na 10 losowo pobranych przed zbiorem roślinach z każdego poletka określono następujące cechy morfologiczne: wysokość roślin od podstawy do wierzchołka pędu głównego (cm), wysokość do I. plonującego rozgałęzienia (cm), liczbę rozgałęzień I. rzędu (szt.), liczbę łuszczyń na 1 roślinie (szt.). Na wszystkich poletkach doświadczalnych pobrano losowo po 20 łuszczyń pochodzących ze środkowej części pędów głównych gorczycy i określono liczbę (szt.) i masę (mg) nasion w 1 łuszczyń. Po zbiorze i doczyszczaniu nasion określono plon nasion (t·ha⁻¹) przy wilgotności 13%. Kończącą syntezę wyników trzyletnich opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, zgodnie z metodyką doświadczeń polowych w układzie „split-plot” [Elandt 1964]. Uzyskane wyniki oceniono testem t Studenta za pomocą NIR (Najmniejszej Istotnej Różnicy) przy poziomie ufności p = 0,05.

Gorczycę białą wysiewano corocznie po przedplonie zbożowym, którym była pszenica ozima odmiany Kobra Plus. Corocznie przed założeniem doświadczenia stosowano (kg·ha⁻¹): 100 N (saletra amonowa 34%), 60 P₂O₅ (superfosfat potrójny 46%), 120 K₂O (sól potasowa 60%). Siewu gorczycy białej dokonano siewnikiem poletkowym w następujących terminach: 6.04.2007 roku (ze względu na awarię zespołu wysiewającego skutkującą nieprawidłowym kiełkowaniem i wschodami roślin siew powtórzono 14.05.2007), 15.04.2008, oraz 14.04.2009, zgodnie z przyjętą metodyką badań, lecz w terminie opóźnionym w stosunku do optymalnego ze względu na wcześniejsze zbyt silne uwilgotnienie gleby powodujące grzęźnięcie siewnika. Na istotne praktyczne znaczenie wyboru optymalnego terminu siewu gorczycy białej w uprawie na nasiona zwracają uwagę w swoich badaniach Harasimowicz-Hermann i in. [2017a]. We wszystkich latach badań chwasty zwalczano kilkakrotnie mechanicznie w ścieżkach i chemiczne posiewnie za pomocą herbicydu Butisan Star 416 SC stosowanego eksperymentalnie (z powodu braku zarejestrowanych herbicydów w uprawie gorczycy) w dawce 1,0 dm³·ha⁻¹. Ze względu na duże nasilenie we wszystkich latach badań występowania słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.),

a także sporadyczne występowanie chowacza podobnika (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) i pryszczarka kapustnika (*Dasyneura brassicae* Winn.) w ochronie insektycydowej gorczycy białej stosowano następujące preparaty: Cyperkill Super 25 EC w dawce $0,10 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, Karate Zeon 050 CS w dawce $0,15 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, Mospilan 20 SP w dawce $0,12 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. W doświadczeniu, prowadząc monitoring występowania chorób, nie stwierdzono potrzeby wykonywania zabiegów fungicydowych. Corocznie przed zbiorem, ze względu na silnie zmienny przebieg warunków pogodowych w okresie wykształcania i dojrzewania łuszczyń oraz nasion, zachodziła konieczność wykonania desykcji roślin preparatem Reglone Turbo 200 SL w dawce $1,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Zbiór gorczycy przeprowadzono, w kolejnych latach, w następujących terminach: 14.08.2007, 11.08.2008 i 10.08.2009 w dojrzałości pełnej nasion.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wszystkie oceniane cechy morfologiczne roślin gorczycy białej były istotnie determinowane wzajemną interakcją badanych czynników doświadczenia.

Odmiana zielonkowa Radena, stymulowana dwukrotnie Asahi SL w fazie listnienia oraz pąkowania, charakteryzowała się istotnie najwyższymi roślinami przed zbiorem (tab. 1), na co oprócz aplikacji biostymulatora miały wpływ swoiste cechy genotypowe warunkujące intensywne tworzenie biomasy przez tę odmianę. Pozostałe cechy biometryczne ocenianych morfotypów gorczycy białej były w różnym stopniu modyfikowane przez interakcję czynnika odmianowego i terminu aplikacji preparatu (tab. 1 i 2).

Spośród porównywanych odmian średnio, w trzyleciu badawczym, Radena wytwarzała istotnie najwyższe rośliny (108 cm), natomiast, o 12 cm niższe rośliny wykształciła nasienna odmiana Metex. Ponadto Radena oraz Nakielska wyżej osadzały pierwsze rozgałęzienie (39 cm) w stosunku do odmiany Metex. Analizując liczbę rozgałęzień pierwszego rzędu oraz liczbę łuszczyń na roślinie odnotowano najwięcej rozgałęzień (6,5 szt.) i łuszczyń (147 szt.) u odmiany Metex, a następnie mniej rozgałęzień i łuszczyń wytworzyła odmiana Radena – odpowiednio 6,3 szt. oraz 142 łuszczyzny, natomiast istotnie najmniej rozgałęzień i łuszczyń stwierdzono w uprawie odmiany Nakielska – 6,1 rozgałęzienia i 123 łuszczyzny (tab. 2).

Ponadto odmiany Metex i Nakielska wykształciły nasiona o istotnie większej masie (odpowiednio 31,8 i 31,2 mg) z jednej łuszczyzny, niż Radena. Liczba nasion z 1 łuszczyzny oraz masa 1000 szt. nie różniła się istotnie w obrębie badanych w doświadczeniu odmian (tab. 2 i 3).

Zróżnicowane terminy aplikacji biostymulatora Asahi SL w istotny sposób modyfikowały wszystkie analizowane cechy biometryczne roślin. Zabieg wykonany dwukrotnie w fazie listnienia i pąkowania spowodował, że gorczyca biała osiągnęła najwyższą wysokość przed zbiorem (104 cm), natomiast najniższą wysokość, zarówno do wierzchołka pędu głównego jak i do pierwszego rozgałęzienia, a także najmniej rozgałęzień bocznych i łuszczyń na roślinie stwierdzono w przypadku całkowitego braku stymulacji (tab. 1 i 2). Ponadto rośliny gorczycy białej pozbawione działania Asahi SL charakteryzowały się istotnie niższą masą nasion z 1 łuszczyzny oraz masą 1000 sztuk (tab. 2 i 3). Zbieżne wyniki uzyskali Malarz i in. [2008] w doświadczeniu z uprawą rzepaku jarego, w którym zastosowanie biostymulatora Asahi SL spowodowało wzrost liczby rozgałęzień I rzędu, zwiększenie liczby łuszczyń na roślinie, a także liczby nasion i masy nasion w łuszczyźnie, w porównaniu z kombinacją kontrolną pozbawioną stymulacji preparatem. Podobne rezultaty w odniesieniu do zwiększenia liczby rozgałęzień bocznych rzepaku ozimego i jarego, pod wpływem oprysku biostymulatorem uzyskali Budzyński i in. [2008], Harasimowicz-Hermann [2008], Harasimowicz-Hermann i Borowska [2006], Słowiński [2004] oraz Słowiński i Jarosz [2008].

Tabela 1. Cechy morfologiczne roślin gorczycy białej przed zbiorem
 Table 1. Morphological features of white mustard before harvesting

Odmiany i termin zabiegu Cultivar and application term (BBCH)		Wysokość roślin Height of plants (cm)	Wysokość do I rozgałęzienia Height to the 1 st branch (cm)	Liczba rozgałęzień I rzędu Number of 1 st branches
Metex	–	93	31	6,4
	15	98	31	6,4
	55	97	30	6,7
	15 + 55	96	32	6,7
Nakielska	–	99	36	5,8
	15	102	39	6,3
	55	102	41	6,0
	15 + 55	105	41	6,1
Radena	–	106	38	6,1
	15	106	40	6,1
	55	108	38	6,5
	15 + 55	111	41	6,5
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		2	2	0,3
Średnio dla odmian/Means for cultivar				
Metex		96	31	6,5
Nakielska		102	39	6,1
Radena		108	39	6,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		1	1	0,2
Średnio dla terminu aplikacji/Means for application term (BBCH)				
–		99	35	6,1
15		102	37	6,3
55		102	37	6,4
15 + 55		104	38	6,4
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		1	1	0,2
Średnio dla lat/Means for years				
2007		104	26	9,6
2008		87	27	4,9
2009		115	57	4,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		1	1	0,2

r.n. – różnica nieistotna/no significant difference

Tabela 2. Elementy struktury plonu gorzycy białej
Table 2. Yield structure components of white mustard

Odmiany i termin zabiegu Cultivar and application term (BBCH)		Liczba łuszczyń na roślinie Number of siliques per plant	Liczba nasion z 1 łuszczyzny Number of seeds per silique	Masa nasion w 1 łuszczyźnie Weight of seeds in silique (mg)	Ugięcie łanu Deflection of plants (cm)
Metex	–	137	5,0	27,9	14
	15	153	5,5	34,4	16
	55	148	5,2	31,9	16
	15 + 55	151	5,5	32,8	17
Nakielska	–	121	5,3	30,3	15
	15	122	5,4	31,4	16
	55	124	5,3	32,4	17
	15 + 55	124	5,2	30,6	17
Radena	–	130	5,1	28,4	18
	15	137	5,2	30,9	17
	55	150	5,3	30,7	19
	15 + 55	150	5,2	31,7	19
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		5	0,3	1,4	r.n.
Średnio dla odmian/Means for cultivar					
Metex		147	5,3	31,8	16
Nakielska		123	5,3	31,2	16
Radena		142	5,2	30,4	18
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		2	r.n.	0,7	1
Średnio dla terminu aplikacji/Means for application term (BBCH)					
–		129	5,1	28,9	16
15		138	5,4	32,2	16
55		141	5,3	31,7	17
15 + 55		142	5,3	31,7	18
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		3	0,2	0,8	1
Średnio dla lat/Means for years					
2007		162	5,8	32,5	17
2008		149	5,1	34,8	16
2009		100	4,9	26,1	18
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		2	0,1	0,7	1

r.n. – różnica nieistotna/no significant difference

Przebieg warunków pogodowych w latach badań miał istotny wpływ na wszystkie analizowane cechy morfologiczne gorczycy białej. Najwyższe rośliny (115 cm), osadzające najwyższe pierwsze boczne rozgałęzienie (57 cm) stwierdzono w 2009 roku (tab. 1 i 2). Z kolejnajwiększą liczbę rozgałęzień I rzędu, łuszczyn na roślinie oraz nasion w łuszczynie odnotowano w uprawie gorczycy białej w 2007 roku. Pod względem uzyskania największej masy nasion z 1 łuszczyny oraz masy 1000 sztuk najkorzystniejszy okazał się przebieg warunków wilgotnościowo-termicznych w sezonie wegetacyjnym 2008 roku, w którym rośliny najmniej wylegały przed zbiorem (tab. 2 i 3). W literaturze znajdują się dane potwierdzające korzystne oddziaływanie Asahi SL na rozwój generatywny roślin. Zwiększenie masy 1000 nasion po zastosowaniu preparatu Asahi SL, w doświadczeniach przeprowadzonych na rzepaku ozimym, stwierdzili Budzyński i in. [2008], a także Słowiński [2004]. Dotychczasowe badania dotyczące możliwości kształtowania cech biometrycznych gorczycy białej oraz poziomu uzyskanych plonów za pomocą Asahi SL, w warunkach Republiki Czeskiej, wskazują na możliwość podniesienia wydajności produkcji nasiennej z 1 ha, natomiast nie potwierdzają wyników badań własnych w zakresie modyfikacji masy 1000 sztuk nasion [Mikšík i in. 2007].

Plon nasion gorczycy białej był istotnie kształtowany przez wzajemną interakcję czynnika odmianowego, terminu aplikacji biostymulatora Asahi SL oraz przebieg warunków wilgotnościowo-termicznych we wszystkich latach badań (tab. 3). Udowodniono statystycznie, że uprawa zarówno odmiany zielonkowej Radena jak i nasiennej Metex bez stymulacji roślin w okresie ich wegetacji preparatem Asahi SL skutkowało uzyskaniem istotnie niższych plonów nasion w odniesieniu do wariantów uwzględniających jeden lub dwa zabiegi tym preparatem.

Zwyzka plonu nasion, w ujęciu procentowym, uzyskana z uprawy nasiennej odmiany Nakielska z aplikacją Asahi SL w fazie pąkowania oraz listnienia ($1,56 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) w stosunku do wariantu kontrolnego z tą odmianą ($1,45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) wyniosła, średnio w trzyleciu badawczym, 7,6%, natomiast w odniesieniu do wartości $1,35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ najniższego plonu nasion odmiany Radena stanowiła 15,5% (tab. 3). Podobnie pozytywny wpływ aplikacji biostymulatora na plon nasion rzepaku ozimego odnotowali Słowiński [2004] oraz Słowiński i Jarosz [2008], którzy badali skuteczność preparatu w uprawie trzech odmian w lokalizacjach różniących się warunkami glebowo-klimatycznymi między sobą. Na zwyzkę plonu nasion pod wpływem Asahi SL stosowanego w uprawie formy jarej rzepaku zwracają ponadto uwagę Malarz i in. [2008].

Czynnik genetyczny wpłynął istotnie na wysokość plonu nasion. Odmiana Nakielska oraz Metex charakteryzowały się największym plonem, wynoszącym odpowiednio $1,51$ i $1,49 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Zróżnicowane terminy aplikacji biostymulatora Asahi SL istotnie modyfikowały uzyskany plon nasion gorczycy białej. W wariacie kontrolnym (bez Asahi SL) zebrano najniższe plony nasion ($1,39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), ale już jednokrotny oprysk biostymulatorem gorczycy białej w fazie listnienia przyczynił się do statystycznie istotnego zwiększenia plonu nasion z powierzchni 1 hektara. Jeszcze bardziej korzystnym, pod względem produkcyjnym, okazał się kolejny termin zabiegu w fazie pąkowania, po którym odnotowano dalszy istotny wzrost plonu nasion. W odniesieniu do dwukrotnej aplikacji preparatu Asahi SL, w fazie listnienia oraz pąkowania, uzyskane plony nasion układały się na poziomie wartości odnotowanych przy jednokrotnym zastosowaniu preparatu w fazie pąkowania roślin (tab. 3).

Pod względem poziomu uzyskanych plonów nasion najmniejszym efektem produkcyjnym charakteryzowały się lata 2007 i 2009, z tym że istotnie niższe plony w 2007 roku były uwarunkowane przede wszystkim opóźnionym terminem siewu, a w 2009 roku niesprzyjającymi warunkami pogodowymi podczas dojrzewania roślin. W roku 2008 uzyskano najwyższe plony nasion – $1,98 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Badania Harasimowicz-Hermann i in. [2017b] wskazują na znaczący wpływ przebiegu warunków pluwiometrycznych w okresie wegetacji roślin na rozwój i plonowanie gorczycy białej. Ponadto na celowość stosowania biostymulatora Asahi SL w uprawie rzepaku

Tabela 3. Plon i masa tysiąca nasion gorzycy białej
 Table 3. Seeds yield and weight of 1000 seeds of white mustard

Odmiany i termin zabiegu Cultivar and application term (BBCH)		Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds (g)	Plon nasion Seeds yield (t·ha ⁻¹)
Metex	–	5,30	1,37
	15	5,93	1,52
	55	5,79	1,52
	15 + 55	5,98	1,55
Nakielska	–	5,70	1,45
	15	5,74	1,49
	55	5,93	1,53
	15 + 55	5,83	1,56
Radena	–	5,35	1,35
	15	5,64	1,45
	55	6,01	1,47
	15 + 55	5,87	1,48
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,26	0,04
Średnio dla odmian/Mean for cultivar			
Metex		5,75	1,49
Nakielska		5,80	1,51
Radena		5,72	1,44
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		r.n.	0,02
Średnio dla terminu aplikacji/Mean for application term (BBCH)			
–		5,45	1,39
15		5,77	1,48
55		5,91	1,51
15 + 55		5,89	1,53
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,15	0,02
Średnio dla lat/Mean for years			
2007		5,52	1,23
2008		6,53	1,96
2009		5,22	1,24
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}		0,12	0,02

r.n. – różnica nieistotna/no significant difference

ozimego w warunkach występowania stresu wywołanego zmiennymi warunkami pogodowymi zwracają uwagę Harasimowicz-Hermann i Borowska [2006] oraz w odniesieniu do formy jarej tego gatunku Malarz i in. [2008].

Badania własne potwierdzają zasadność wprowadzenia, również w Polsce, do technologii uprawy gorczycy białej biostymulatora Asahi SL, na co wcześniej zwracali uwagę Mikšík i in. [2007] prowadząc doświadczenia w tym zakresie w Republice Czeskiej, gdzie również oprysk preparatem przyczynił się do zwiększenia plonu nasion gorczycy białej. Wiele dotychczasowych badań, przeprowadzonych zarówno na rzepaku ozimym jak i jarym, wskazuje, że zastosowanie biostymulatora Asahi SL wpływa korzystnie na wzrost plonu nasion i jest coraz częściej wykorzystywane do zwiększenia efektu finansowego uprawy w różnego typu gospodarstwach rolnych [Budzyński i in. 2008, Malarz i in. 2008, Słowiński 2004].

W świetle przedstawionych powyżej wyników własnych oraz dostępnych danych literaturowych można stwierdzić, że biostymulator Asahi SL to preparat pozytywne wpływający na większość badanych cech roślin oraz ich plonów. Wyjątki stanowiły sytuacje, w których preparat był stosowany w stężeniach zbyt niskich lub zbyt wysokich oraz gdy podczas wzrostu i rozwoju roślin nie wystąpiły czynniki stresujące, lub preparatu nie stosowano zgodnie z metodyką.

WNIOSKI

1. Spośród porównywanych odmian gorczycy białej zielonkowa Radena charakteryzowała się istotnie najwyższymi roślinami przed zbiorem, Radena i Nakielska wyżej osadzały pierwsze rozgałęzienie w stosunku do odmiany Metex, która z kolei tworzyła najwięcej rozgałęzień I rzędu i łuszczyn. Ponadto odmiany Metex i Nakielska wykształciły nasiona o istotnie większej masie z 1 łuszczyny, niż Radena.
2. Zwyżka plonu nasion gorczycy białej odmiany Nakielska z aplikacją Asahi SL w fazie pakowania oraz listnienia ($1,56 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) w stosunku do wariantu kontrolnego z tą odmianą ($1,45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) wyniosła, średnio w trzyleciu badawczym, 7,6%, natomiast w odniesieniu do wartości $1,35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ najniższego plonu nasion odmiany Radena stanowiła 15,5%.
3. W uprawie gorczycy białej w warunkach Dolnego Śląska, dla uzyskania wysokiego plonu nasion, stwierdzono celowość aplikacji biostymulatora Asahi SL w fazie listnienia oraz pakowania.

PIŚMIENNICTWO

- Babuška P. 2004. Uplatnění rostlinného stimulantu Atonik v řepce ozimě. Sborník "Řepka a Mák": 172–174.
- Budzyński W., Dubis B., Jankowski K. 2008. Response of winter oilseed rape to the biostimulator Asahi SL applied in spring. In: Biostimulators in modern agriculture. Monographs series – Field Crops. Wieś Jutra: 47–55.
- Cieśllicki W., Maciejewski T., Bartos-Spychała M., Jarosz A. 2008. Effect of biostimulator Asahi SL on yield of winter rape and quality. In: Biostimulators in modern agriculture. 7–8 February 2008 Warsaw, Poland, p. 96.
- Elandt R. 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczalnictwa rolniczego. PWN, Warszawa, 272–289.
- Gawrońska H., Przybysz A. 2011. Biostymulatory: mechanizmy działania i przykłady zastosowań. TSW, Mat. konf., 5–6 stycznia 2011 Warszawa, 7–13.

- Harasimowicz-Hermann G. 2008. Modelling of field structure elements of winter rape by introducing Asahi SL in to cultivation technology. In: *Biostimulators in modern agriculture*. 7–8 February 2008 Warsaw, Poland, p. 90.
- Harasimowicz-Hermann G., Borowska M. 2006. Efekty działania biostymulatora Asahi SL w uprawie rzepaku ozimego w zależności od warunków pluwiotermicznych. *Rośliny Oleiste/Oilseed Crops* 27(1): 155–160.
- Harasimowicz-Hermann G., Wilczewski E., Kisieleska W. 2017a. Modelling biometric traits and straw yield of white mustard (*Sinapis alba* L.) grown for seeds by the sowing date and meteorological factors. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 16(4): 207–215.
- Harasimowicz-Hermann G., Wilczewski E., Kisieleska W. 2017b. The effect of pluvio-thermal conditions and changing day length on white mustard (*Sinapis alba* L.) development. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 16(3): 121–129.
- Jajor E., Mrówczyński M. 2013. *Metodyka integrowanej ochrony gorczycy białej, sarepskiej i czarnej dla producentów*. Praca zb. Wyd. IOR-PIB Poznań, 33–35.
- Kozak M. 2009. Biostymulator dobry wybór. *Agrotechnika* 3: 61–62.
- Kozak M., Wondolowska-Grabowska A., Serafin-Andrzejewska M., Gniadzik M., Kozak M.K. 2016. *Biostymulatory – wczoraj, dziś i jutro*. W: *Rolnictwo XXI wieku – problemy i wyzwania*. Łuczycycka D. (red.). Idea Knowledge Future, Wrocław, 114–122.
- Malarz W., Kozak M., Kotecki A. 2008. The use of Asahi SL biostimulator in spring rape growing. In: *Biostimulators in modern agriculture*. Monographs series – Field crops. *Więś jutra*: 25–32.
- Mikšík V., Zukařová H., Prášilová M., Vašák J. 2007. Hořčice – pěstitelský rádce. *ČZU v Praze*: 13–15.
- Słowiński A. 2004. Biostymulatory w nowoczesnej uprawie roślin. *Więś Jutra* 3(68): 25–26.
- Słowiński A., Jarosz A. 2008. Włączenie biostymulatora Asahi SL do technologii uprawy rzepaku ozimego. In: *Biostimulators in modern agriculture*. 7–8 February 2008 Warsaw, Poland, p. 98.

M. SERAFIN-ANDRZEJEWSKA, M. KOZAK

**THE REACTION OF WHITE MUSTARD GROWN FOR SEEDS ON INCLUDING ASAHI SL
BIOSTIMULANT TO CULTIVATION TECHNOLOGY
PART 1. MORPHOLOGICAL FEATURES OF PLANTS BEFORE HARVESTING
AND YIELD OF SEEDS**

Summary

In years 2007–2009 the field experiment with white mustard was carried out on fields of Wrocław University of Environmental and Life Sciences. The aim of the experiment was investigating the variability of morphological features and yielding of three white mustard cultivars ('Nakielska', 'Metex', 'Radena') on biostimulant Asahi SL application. Application terms were leaf-formation phase, budding phase, both leaf-formation phase and budding phase, and control objects (without application). 'Radena' cultivar has had statistically highest plants before harvesting. 'Radena' and 'Nakielska' cultivars have formed the 1st branch statistically higher than 'Metex'. But 'Metex' has formed the highest number of 1st branches and siliques. 'Metex' and 'Nakielska' have had the highest weight of seeds per one silique, compared to 'Radena'. Two-fold application of Asahi SL has caused the higher yielding of 'Nakielska' cultivar. The yield was 7,6% higher, compared to objects without stimulation with Asahi SL. In Lower Silesia conditions in white mustard cultivation it is proved, that Asahi SL application both in leaf-formation phase and budding phase causes higher yield of white mustard seeds.

Key words: white mustard, Asahi SL, biostimulant, yield, morphological features of plants

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 16.07.2018

Do cytowania – *For citation*

Serafin-Andrzejewska M., Kozak M. 2018. Reakcja gorzycy białej uprawianej na nasiona na włączenie biostymulatora Asahi SL do technologii uprawy. Cz. I. Cechy morfologiczne roślin przed zbiorem i plon nasion. *Fragm. Agron.* 35(3): 89–98.